التغير في مستويات الراحة المناخية (الفسيولوجية) في شمال شرق ليبيا للفترة من 1958– 2019 بالاعتماد على درجة الحرارة الفعالة.

أ.د. مولود علي بريبش
جامعة الزاوية/ كلية الآداب/ قسم الجغرافيا
m.brebish@zu.edu. ly

أ. أسمهان علي المختار عثمان
جامعة الزاوية/ كلية الآداب/ قسم الجغرافيا
a.almukhtar@zu.edu.ly

د. علي مصطفى سليم
جامعة مصراتة/ كلية التربية/ قسم الجغرافيا
a.salim@edu.misurata.edu.ly

الملخـص:

يهدف البحث إلى تحديد مستويات الراحة الفسيولوجية والكشف عن تغيرها في شمال شرق ليبيا، من خلال تحليل البيانات المناخية للمعدلات الشهرية لدرجة الحرارة والرطوبة النسبية لتحديد أثر هذين العنصرين على راحة الإنسان الحرارية في خمس نقاط للرصد، وهي: بنغازي والبيضاء والمرج ودرنة وطبرق للفترة من 1958- 2019 من أجل تحديد الأشهر والفصول المريحة وغير المريحة حرارياً، والتعرف على الأوقات الملائمة لممارسة الأنشطة المختلفة واختلافاتها المكانية خلال مدة 60 سنة الأخيرة، حيث قسمت إلى فترتين: الأولى من (1958–1988)، والفترة الثانية (1989– 2019) وذلك بالاعتماد على قرينة درجة الحرارة الفعالة (The Effective Temperature) التي توضح العلاقة بين درجة الحرارة والرطوبة النسبية، واختبار الفروق بين متوسط فترتي الدراسة، باستخدام اختبار (t) بالاعتماد على برنامج SPSS الإحصائي، واستخدام أسلوب التحليل المكاني Spatial Analyst tools لاسيما استخدام أداة الاستقراء أو الاشتقاق المكاني Interpolation وتحديد التغير في المساحات التي تبين مستويات الراحة الفسيولوجية. وأشارت نتائج الدراسة إلى أن هناك تغيراً في مستويات الراحة في منطقة شمال شرق ليبيا على مستوى دلالة إحصائية أقل من 5%؛ بسبب زيادة درجة الحرارة درجة مئوية واحدة في الفترة الثانية عنها في الفترة الأولى. كما أن فصلي الصيف والخريف يمثلان فصلان مريحان، بعكس فصلي الشتاء والربيع اللذان يتراوح فيهما الإحساس ما بين عدم راحة إلى انتقالي بين راحة وعدم راحة البارد. وقد مثلت درنة أفضل أجزاء منطقة الدراسة من حيث الراحة المناخية في فصلي الخريف والشتاء خلال فترتي الدراسة، بينما كانت المرج أفضلها خلال فصل الصيف. وفي فصل الربيع جاءت كل من بنغازي وطبرق في المرتبة الأول من حيث الراحة المناخية بحسب قرينة الحرارة الفعالة.

الكلمات الدالة: التغير المناخي، الراحة الفسيولوجية، درجة الحرارة، الرطوبة النسبية، درجة الحرارة الفعالة.

The change in Climatic (physiological) comfort levels in northeastern Libya for the period .from (1958 - 2019) depending on the Effective Temperature

Summary:

The research aims to determine the levels of physiological comfort and detect its change in northeastern Libya, by analyzing the climatic data of the monthly rates of temperature and relative humidity to determine the effect of these two elements on human thermal comfort at five monitoring points, namely: Benghazi, Al-Bayda, Al-Marj, Derna and Tobruq for the period from 1958- 2019 in order to determine the comfortable and thermally uncomfortable months and seasons, and to identify the appropriate times for practicing different activities and their spatial differences during the last 60 years, as it was divided into two periods: the first period from (1958-1988), and the second period (1989-2019) based on a presumption The Effective Temperature, which shows the relationship between temperature and relative humidity, and testing the differences between the average of the two study periods, using the ((t-test) based on the SPSS statistical program, and the use of the spatial analysis method, especially the use of the interpolation tool And determine the change in the areas that show the levels of physiological comfort. The results of the study indicated that there is a change in the levels of comfort in the North Eastern Libya has a statistical significance level of less than 5%; Because the temperature increased by one degree Celsius in the second period than in the first period. The summer and autumn seasons are comfortable seasons, unlike the winter and spring seasons, in which the feeling ranges from discomfort to a transition between comfort and cold discomfort. Tuber represented the best parts of the study area in terms of climatic comfort in the autumn and winter seasons during the two study periods, while the meadow was the best during the summer. In the spring, Benghazi and Tobruq ranked first in terms of climatic comfort, according to the effective temperature index.

Key words: climate change, physiological comfort, temperature, relative humidity, effective temperature.

المقدمــــة:

تكمن أهمية دراسة ظاهرة تغير المناخ في تأثيراتها المختلفة المباشرة وغير المباشرة في حياة الإنسان، وذلك لخطورة تأثيراتها على بيئة وصحة الإنسان، فقد حظيت هذه الظاهرة باهتمام المجتمع الدولي والأوساط العلمية والسياسية، لأنها ستعرض الكثير من دول العالم إلى مخاطر منها الجفاف الشديد الذي يؤدي إلى نقص الإنتاج الزراعي والحيواني، كما أنها أصبحت سبباً أو عاملاً جديداً لقيام صراعات محتملة.

ويمثل التغير في درجة الحرارة العالمية أبرز أنواع التغير الذي تهتم به منظمة الأرصاد الجوية العالمية بشكل عام، ومنظمة IPCC بشكل خاص، وذلك لأن أي تغير يحدث في درجة الحرارة سيؤدي إلى تغير في جميع العناصر المناخية الأخرى، التي تعد من أهم العوامل الطبيعية المؤثرة في راحة الإنسان وصحته ونشاطه (طلبة، 2004، ص257).

وعلى الرغم من التطور التقني الذي نشهده اليوم في وسائل وسبل التكيف مع الحياة المعاصرة إلا أنه يظل للمناخ تأثيرا في شعور الإنسان بالراحة من عدمه، من خلال تأثيره على جسمه والأمراض التي تصيبه وطبيعة النشاط الذي يمارسه. (الجصاني والعرادي، 2019، ص274). فللمناخ تأثير مزدوج على الإنسان، فسيولوجيا ونفسيا، وهذه التأثيرات قد تكون مباشرة، في حالة تعرض الإنسان لموجة برد أو حر أو لأية تطرفات مناخية شديدة وهو في العراء، أو غير مباشرة نتيجة تعرضه للميكروبات والحشرات، حيث دلت الإحصاءات العالمية على وجود صلة وثيقة بين عدد الوفيات وحالات الجو (موسى، 2002، ص45).

ويشعر الإنسان بالانزعاج وعدم الراحة إذا ارتفعت درجة حرارة الهواء أو انخفضت عن حرارة جسمه، إلا أن الإنسان لا يشعر بدرجة الحرارة كما يسجلها الترمومتر الجاف، وإنما يشعر بدرجة الحرارة مقترنة بالرطوبة النسبية، إذ تنخفض قدرته عل على احتمال درجة الحرارة حينما يقترن ارتفاعها بارتفاع رطوبته النسبية، والعكس في حالة الهواء الجاف.

اذ يرى البعض أن الإنسان يشعر بالراحة عند درجة حرارة 30 مْ ورطوبة نسبية 50%، بينما ينزعج حين ارتفاع الأخيرة إلى 75% مع ثبات درجة الحرارة. ويرتبط ذلك باختلاف درجة التأقلم المناخي Acclimatization للإنسان مع الإجهاد الحراري Heat Stress وفقا لرطوبته النسبية (حمادة، 2005، ص226).

أهداف الدراسة:

1 - التعرف على مقدار التغير في درجة الحرارة والرطوبة النسبية في المنطقة بين فترتي الدراسة.

2 - معرفة أثر التغير في درجة الحرارة والرطوبة النسبية في تغير مستويات الراحة الفسيولوجية الشهرية والفصلية والسنوية.

3 - تحديد أنسب الفصول والشهور لراحة الإنسان وفقا لقرينة درجة الحرارة الفعالة.

4 –توظيف أدوات التحليل المكاني في نظم المعلومات الجغرافية في إنتاج خرائط توضح التباين المكاني في مستويات الراحة في شمال شرق ليبيا بين الفترتين.

مشكلة الدراسة:

تحاول الدراسة الإجابة عن التساؤلات الآتية:

1) هل هناك تغير في درجة الحرارة بين فترتي الدراسة؟

2) ما أثر التغير في درجة الحرارة على مستوى الرطوبة النسبية في منطقة الدراسة؟

3) هل يؤدي التغير في درجة الحرارة الرطوبة النسبية إلى تغير مستويات الراحة المناخية (الفسيولوجية) في منطقة شمال شرق ليبيا؟

4) هل يمكن تحديد العنصر المناخي الأكثر تأثيراً في راحة الإنسان في منطقة الدراسة؟

5) هل يمكن تحديد الفصول المريحة غير المريحة في شمال شرق ليبيا؟ وماهي الفترة الأكثر راحة؟

فرضياتها:

1 – هناك اتجاه لارتفاع في درجة الحرارة في جميع محطات الدراسة.

2- إن العنصر المناخي الأكثر تأثيرا في راحة الإنسان في المنطقة هو الرطوبة النسبية.

3- هناك تغير في مستويات الراحة الفسيولوجية بين فترتي الدراسة، حيث شكلت الفترة الثانية معدلات راحة أكثر من الأولى لانخفاض الرطوبة النسبية.

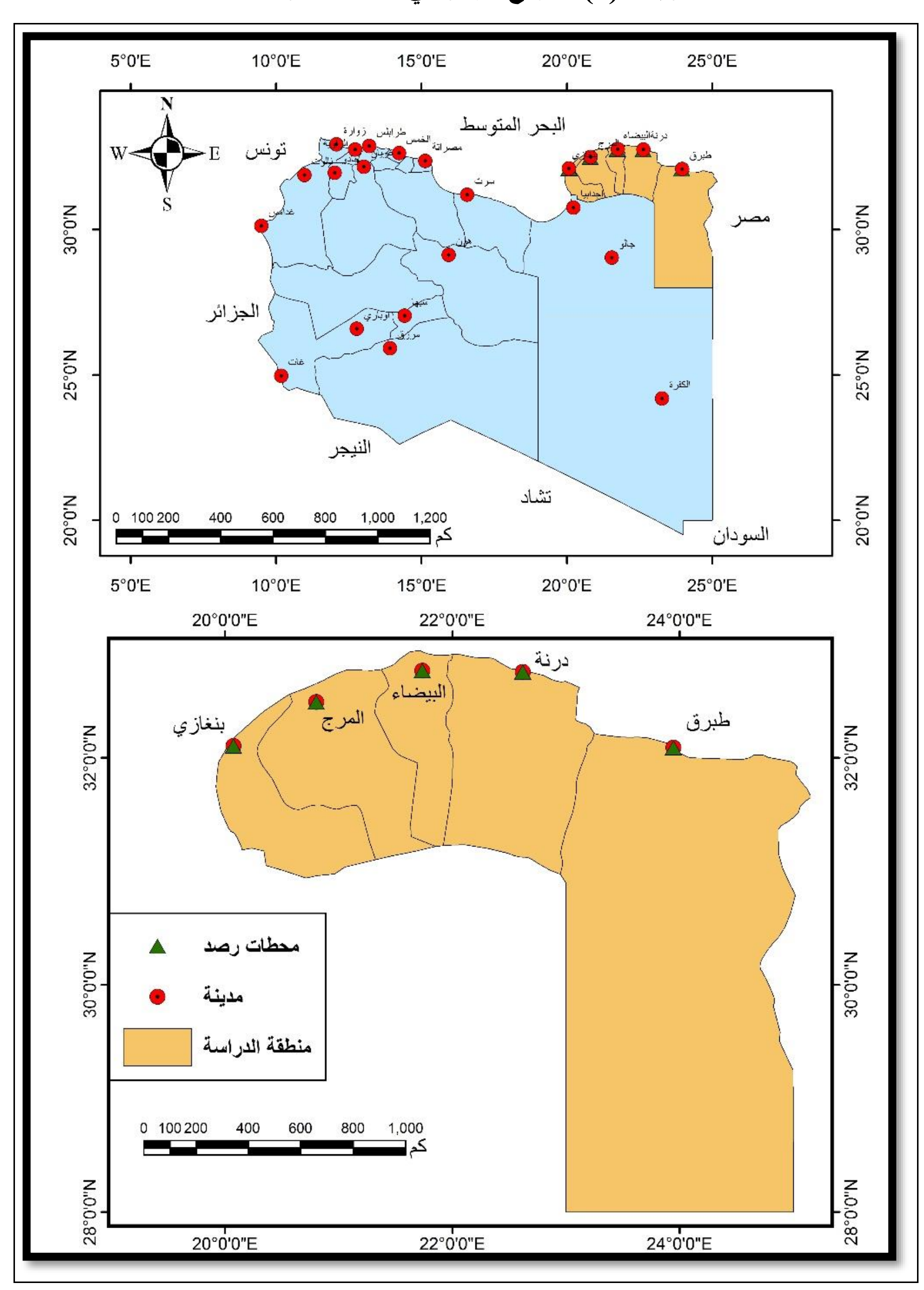
4- شكل فصلي الصيف والخريف الأنسب مناخياً لراحة الإنسان في منطقة الدراسة.

منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة في شمال شرق ليبيا حيث يحدها من الشمال البحر المتوسط ومن الشرق جمهورية مصر، في حين يحدها من جهة الجنوب منطقة الواحات ومن جهة الجنوب الغربي منطقة اجدابيا، وتمتد فلكيا بين خطي طول ´19˚55 – ´25˚10 شرقاً وبين دائرتي عرض ´28˚00 – ´32˚57 شمالاً، وتشغل مساحة 137906 كم^2 بما يمثل نحو 8% من جملة مساحة الأراضي الليبية. وتضم إداريا مجموعة من

المناطق منها: بنغازي والمرج والجبل الأخضر ودرنة والبطنان - الخريطة (1). وتمثل أحد مناطق الثقل السكاني في ليبيا إلى جانب منطقة شمال غرب ليبيا، حيث يقطنها 1.740 مليون نسمة بما يعادل 25.1% من إجمالي سكان ليبيا البالغ حوالي 6.931 مليون نسمة في عام 2020 (مصلحة الإحصاء والتعداد، 2020، ص1).

خريطة (1) الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة.



المصدر: الباحثين باستخدام GIS اعتمادا على (الأطلس الوطني،1978، ص25).

وتضم منطقة شمال شرق ليبيا عدداً من المدن المهمة منها مدينة بنغازي ثاني أكبر المدن الليبية ومدن: البيضاء، وطبرق، ودرنة، والمرج، واعتمدت الدراسة في تحليلها لمستويات الراحة المناخية (الفسيولوجية) في شمال شرق ليبيا على بيانات خمس محطات مناخية - الجدول (1).

الجدول (1) المحطات المناخية المدروسة

المحطة المناخية (نقطة الرصد)	الموقع الفلكي		الارتفاع (م)	البعد من البحر (كم)
	خط الطول	دائرة العرض		
طبرق	23.9464	32.0835	64	2.34
درنة	22.6337	32.7632	65	2.23
البيضاء	21.7545	32.7637	617	19.16
المرج	20.9774	32.5403	335	14.73
بنغازي	20.1060	32.1156	3	2.79

المصدر: الباحثين اعتمادا على برنامج .Google Earth pro

منهجية الدراسة ومصدر بياناتها:

1- منهجية الدراسة:

اعتمدت الدراسة على المنهج التحليلي الوصفي في عرض وتحليل مستويات الراحة الفسيولوجية في منطقة شمال شرق ليبيا وعناصرها وتحليل تغيرها من خلال استخدام معادلة الحرارة الفعالة اعتمادا على درجة الحرارة، والرطوبة النسبية لقياس درجة تأثير المناخ على راحة الإنسان. بالإضافة إلى المنهج الإحصائي من خلال استخدام اختبار (t) اعتماداً على الحزمة الإحصائية SPSS لتحديد فروق المتوسطات الحسابية لعنصري الحرارة والرطوبة النسبية بين فترتي الدراسة، ومعرفة إذا كان هناك دلالة إحصائية فيها. ووظفت الدراسة منهج التحليل المكاني اعتمادا على برنامج ArcGIS 10.8 من خلال أدوات الاشتقاق المكاني Interpolation tools لتحديد النطاقات المكانية لمستويات الراحة الفسيولوجية خلال فصول السنة في منطقة الدراسة.

2- البيانات المستخدمة:

واعتمدت الدراسة في تحديد مستويات الراحة المناخية وتحليل تغيرها المكاني على بيانات المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة والرطوبة النسبية لخمس نقاط للرصد المناخي، وهي: بنغازي والمرج والبيضاء ودرنة وطبرق – الجدول (1) - اعتماداً على البيانات الصادرة عن نموذج القمر الصناعي Terra Climate التابع لوكالة الفضاء الدولية NASA والمعتمدة في منظمة الأغذية (الفاو)، بالإضافة إلى البيانات اليومية DILLY من نموذج NASA POWER للفترة الممتدة من (1958 – 2019).

المبحث الأول:

1-التغير فى (معدلات درجة الحرارة الجافة مْ / والرطوبة النسبية%) السنوية والفصلية لفترتى الدراسة.

1.1 - التغير في المعدلات السنوية:

تعد مشكلة التغير المناخي من بين أبرز التهديدات على مستقبل السياسات الاستراتيجية التي يوجهها العالم نتيجة التغير في درجة الحرارة، وما ينتج عنها من تغير في باقي عناصر المناخ، ومن أهمها التغير في مقدار الرطوبة النسبية، إذ شهد النصف الثاني من القرن الماضي ارتفاعاً مستمراً في معدلات درجة الحرارة في جميع محطات منطقة الدراسة. إذ يلاحظ من الجدول (2) والشكل (2) التغير في درجة الحرارة، إذ بلغت قيمة الدلالة الإحصائية في جميع المحطات أقل 0.001، وهي قيمة تقل عن مستوى دلالة إحصائية 0.05، إذ تراوحت الزيادة في متوسط درجة الحرارة الجافة ما بين (0.42 – 0.49 مْ) لصالح الفترة الثانية (1989-2019) عن الفترة الأولى (1958-1988). وقد أثر هذا التغير في درجة الحرارة في انخفاض الرطوبة النسبية، مما أدى إلى حدوث تغير في مستوى راحة الإنسان في منطقة شمال شرق ليبيا.

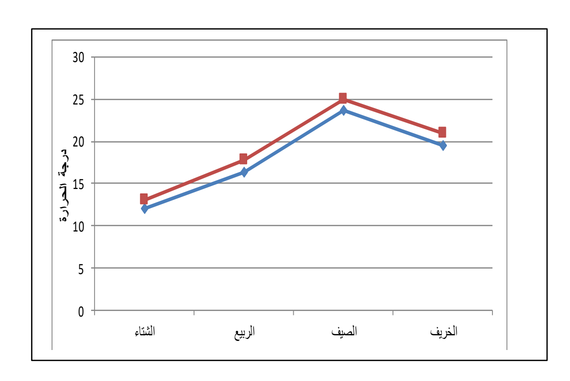
كما أظهر الجدول (2) أن التغير في درجة الحرارة بلغ نصف درجة مئوية تقريبا مما أدى إلى انخفاض في مستوى الرطوبة النسبية في جميع محطات الدراسة، حيث يلاحظ وجود فروق في متوسط الرطوبة النسبية لصالح الفترة الأولى (1958-1988) عند مستوى دلالة إحصائية أقل من 0.05. حيث تراوح الفرق في المتوسط بين فترتي الدراسة حوالي 2.966 في بنغازي، و9.225 في المرج.

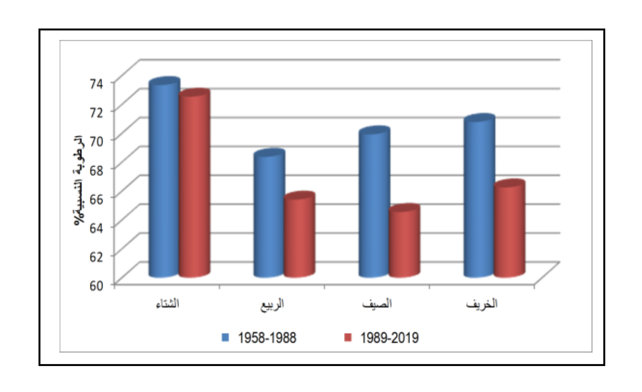
جـدول (2) التغير في المعدلات السنوية (لدرجة الحرارة الجافة مْ / الرطوبة النسبية%) لمنطقة الدراسة للفترة من (1958 – 2019).

المحطة المناخية	العنصر المناخي/ فترتي الدراسة		متوسط درجة الحرارة الجافة مْ والرطوبة النسبية %	قيمة T	درجات الحرية	مستوى الدلالة الإحصائية	فرق المتوسط
طبرق	درجة الحرارة الجافة	1988-1958	19.66	-4.738	60	0.000	0.494
		2019-1989	20.15	-4.738	60	0.000	
	الرطوبة النسبية	1988-1958	72.74	5.324	60	0.000	2.801
		2019-1989	69.94	5.324	60	0.000	
درنة	درجة الحرارة الجافة	1988-1958	20.08	-4.095	60	0.000	0.424
		2019-1989	20.51	-4.095	60	0.000	
	الرطوبة النسبية	1988-1958	72.29	3.712	60	0.000	2.407
		2019-1989	69.66	3.712	60	0.001	
البيضاء	درجة الحرارة الجافة	1988-1958	17.05	-4.162	60	0.000	0.449
		2019-1989	17.50	-4.162	60	0.000	
	الرطوبة النسبية	1988-1958	68.79	2.420	60	0.019	1.395
		2019-1989	67.39	2.420	60	0.020	
المرج	درجة الحرارة الجافة	1988-1958	17.65	-4.256	60	0.000	0.435
		2019-1989	18.08	-4.256	60	0.000	
	الرطوبة النسبية	1988-1958	70.61	8.232	60	0.000	9.225
		2019-1989	61.38	8.232	60	0.000	
بنغازي	درجة الحرارة الجافة	1988-1958	20.48	-4.802	60	0.000	0.493
		2019-1989	20.97	-4.802	60	0.000	
	الرطوبة النسبية	1988-1958	67.70	-4.482	60	0.000	2.966
		2019-1989	64.04	-4.482	60	0.000	

المصدر: عمل البحاثين بالاعتماد على نتائج التحليل الإحصائي باستخدام SPSS للبيانات الصادرة عن:

1- https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/?fbclid=IwAR2SJVtaMhB42b49ItLDrsiFBFklfsxBFQBQHtvlblHZ0qZzUZSZAHEu5dU
2- https://clim-engine.appspot.com/climateEngine





المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على الجدول 2.

شكل (1) التغير في المعدلات السنوية (لدرجة الحرارة الجافة مْ / الرطوبة النسبية%) بمنطقة الدراسة للفترة من (1958 – 2019).

1.2 - التغير في المعدلات الفصلية:

أشارت النتائج باستخدام الأسلوب الاحصائي T_test إلى وجود اتجاه للزيادة في درجة الحرارة، يقابله اتجاه نحو التناقص في معدلات الرطوبة النسبية في جميع محطات منطقة الدراسة خلال فترتي الدراسة (1958-1988) و (1989-2019)، بينما يوجد هناك تباينا فصليا في مقدار هذا التغير بين محطات الدراسة، نفصله في الآتي:

1.2.1– فصل الخريف:

يظهر من الجدول (3) أن هناك اتجاهاً نحو التغير في متوسطات درجة الحرارة في فصل الخريف في أغلب محطات منطقة الدراسة، باستثناء درنة لصالح الفترة الثانية (1989 – 2019) وبدلالة إحصائية بلغت 0.001 في كل من طبرق، والبيضاء، والمرج، وبنغازي، وهي تقل عن مستوى 0.05، حيث بلغ فرق المتوسطات بين فترتي الدراسة 0.711، و0.688، و0.631 و0.594 مْ في كل من بنغازي وطبرق والمرج والبيضاء على التوالي. أما درنة فلم تشهد تغيرا ذو دلالة إحصائية في متوسط درجة الحرارة حيث تجاوزت نتيجة اختبار T مستوى الدلالة 0.05، مسجلة قيمة بلغت 0.241. كما كان هناك انخفاضا عاما في مستوى الرطوبة النسبية، وعلى مستوى دلالة إحصائية أقل من 0.05 في كل من: طبرق، درنة، المرج بفارق في المتوسط 4.167، 3.492، 8.358 على التوالي. بينما كان الفارق في معدل الرطوبة النسبية في بنغازي والبيضاء بدون دلالة إحصائية.

جدول (3) الفروق بين المتوسطات الفصلية لدرجة الحرارة الجافة والرطوبة النسبية في فصل الخريف للفترة من (1958 – 2019).

المحطة المناخية	العنصر المناخي / فترتي الدراسة		المتوسط الفصلي لدرجة الحرارة الصغرى مْ والرطوبة النسبية %	قيمة T	درجات الحرية	مستوى الدلالة الإحصائية	فرق المتوسط
طبرق	درجة الحرارة الجافة	1988-1958	21.56	-4.335	60	0.000	0.688
		2019-1989	22.24	-4.335	60	0.000	
	الرطوبة النسبية	1988-1958	72.17	5.531	60	0.000	4.167
		2019-1989	68.00	5.531	60	0.000	
درنة	درجة الحرارة الجافة	1988-1958	19.58	-1.185	60	0.241	0.325
		2019-1989	19.91	-1.185	60	0.241	
	الرطوبة النسبية	1988-1958	72.16	4.533	60	0.000	3.492
		2019-1989	68.66	4.533	60	0.000	
البيضاء	درجة الحرارة الجافة	1988-1958	18.59	-3.617	60	0.001	0.594
		2019-1989	19.18	-3.617	60	0.001	
	الرطوبة النسبية	1988-1958	70.81	4.397	60	0.066	3.771
		2019-1989	67.04	4.397	60	0.066	
المرج	درجة الحرارة الجافة	1988-1958	19.85	-3.784	60	0.000	0.631
		2019-1989	20.48	-3.784	60	0.000	
	الرطوبة النسبية	1988-1958	70.09	6.920	60	0.000	8.358
		2019-1989	61.73	6.920	60	0.000	
بنغازي	درجة الحرارة الجافة	1988-1958	22.09	-4.400	60	0.000	0.711
		2019-1989	22.80	-4.400	60	0.000	
	الرطوبة النسبية	1988-1958	64.74	-1.155	60	0.253	1.171
		2019-1989	65.84	-1.155	60	0.256	

عمل البحاثين بالاعتماد على :

-1 https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/?fbclid=IwAR2SJVtaMhB42b49ItLDrsiFBFklfsxBFQBQHtvlblHZ0qZzUZSZAHEu5dU

-2 https://clim-engine.appspot.com/climateEngine.

1.2.2 - فصل الشتاء:

أكدت نتائج التحليل الإحصائي لاختبار t - الجدول (4) - أن درجة الحرارة الجافة في فصل الشتاء لم تشهد تغيراً واضحاً في متوسطاتها خلال فترتي الدراسة في جميع المحطات، حيث تراوحت الفروق في متوسطات درجة الحرارة تراوحت ما بين 0.150 مْ في المرج و0.009 مْ في البيضاء، وهي فروقات ليست ذات دلالة إحصائية. كما لم تشهد متوسطات الرطوبة النسبية تغيراً يذكر بين فترتي الدراسة في أغلب المحطات، إذ بلغت نتيجة اختبار t مستويات أعلى من مستوى الدلالة 0.05. بإستثناء محطة بنغازي

التي شهدت فروقاً في متوسط الرطوبة النسبية لصالح الفترة الأولى عند مستوى دلالة إحصائية أقل من 0.05.

جدول (4) الفروق بين المتوسطات الفصلية لدرجة الحرارة الجافة والرطوبة النسبية في فصل الشتاء.

المحطة المناخية	درجة الحرارة / فترتي الدراسة		المتوسط الفصلي لدرجة الحرارة الصغرى مْ والرطوبة النسبية %	قيمة T	درجات الحرية	مستوى الدلالة الإحصائية	فرق المتوسط
طبرق	درجة الحرارة الجافة	1988-1958	13.60	-0.620	60	0.538	0.094
		2019-1989	13.69	-0.620	60	0.538	
	الرطوبة النسبية	1988-1958	72.11	0.913	60	0.365	0.689
		2019-1989	71.42	0.913	60	0.366	
درنة	درجة الحرارة الجافة	1988-1958	14.86	0.122	60	0.904	0.018
		2019-1989	14.84	0.122	60	0.904	
	الرطوبة النسبية	1988-1958	71.25	-1.473	60	0.151	1.293
		2019-1989	72.55	-1.473	60	0.154	
البيضاء	درجة الحرارة الجافة	1988-1958	10.52	0.060	60	0.953	0.009
		2019-1989	10.52	0.060	60	0.953	
	الرطوبة النسبية	1988-1958	76.44	1.866	60	0.064	1.546
		2019-1989	74.89	1.866	60	0.066	
المرج	درجة الحرارة الجافة	1988-1958	11.52	-0.098	60	0.922	0.150
		2019-1989	11.54	-0.098	60	0.922	
	الرطوبة النسبية	1988-1958	72.84	0.237	60	0.813	0.203
		2019-1989	72.64	0.237	60	0.813	
بنغازي	درجة الحرارة الجافة	1988-1958	14.27	-0.491	60	0.625	0.074
		2019-1989	14.34	-0.492	60	0.625	
	الرطوبة النسبية	1988-1958	73.41	2.379	60	0.021	1.817
		2019-1989	71.60	2.380	60	0.022	

المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على نتائج التحليل الإحصائي باستخدام SPSS للبيانات الصادرة عن:

1-https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/?fbclid=IwAR2SJVtaMhB42b49ItLDrsiFBFklfsxBFQBQHtvlblHZ0qZzUZSZAHEu5dU

2-https://clim-engine.appspot.com/climateEngine

1.2.3 - فصل الربيع:

تشير بيانات الجدول (5) إلى أن هناك اتجاها لزيادة متوسطات درجة الحرارة في فصل الربيع في محطتي طبرق والبيضاء لصالح الفترة الثانية (1989-2019) إذ بلغت الفروقات في المتوسط 0.415 مْ في طبرق، وبلغت 0.367 مْ في البيضاء، وكانت هذهالفروق على مستوى الدلالة الإحصائية. في حين لم تسجل باقي المحطات - درنة، المرج، بنغازي - أي تغير في متوسطات درجات الحرارة خلال فترتي الدراسة، إذ سجلت فروقات غير دالة إحصائياً تجاوزت قيم مؤشر الدلالة 0.05 .

جدول (5) الفروق بين المتوسطات الفصلية لدرجة الحرارة الجافة والرطوبة النسبية في فصل الربيع

للفترة من (1958 –2019).

المحطة المناخية	العنصر المناخي/ فترتي الدراسة		المتوسط الفصلي لدرجة الحرارة الصغرى مْ والرطوبة النسبية %	قيمة T	درجات الحرية	مستوى الدلالة الإحصائية	فرق المتوسط
طبرق	درجة الحرارة الجافة	1988-1958	18.40	-2.287	60	0.026	0.415
		2019-1989	18.82	-2.287	60	0.026	
	الرطوبة النسبية	1988-1958	71.48	3.078	60	0.003	2.471
		2019-1989	69.01	3.078	60	0.003	
درنة	درجة الحرارة الجافة	1988-1958	18.10	-1.880	60	0.065	0.354
		2019-1989	18.46	-1.880	60	0.066	
	الرطوبة النسبية	1988-1958	70.46	1.246	60	0.004	1.281
		2019-1989	69.14	1.246	60	0.004	
البيضاء	درجة الحرارة الجافة	1988-1958	15.33	-1.918	60	0.006	0.367
		2019-1989	15.69	-1.918	60	0.006	
	الرطوبة النسبية	1988-1958	64.60	-0.395	60	0.695	0.414
		2019-1989	64.96	-0.395	60	0.695	
المرج	درجة الحرارة الجافة	1988-1958	15.69	-1.829	60	0.072	0.358
		2019-1989	16.32	-1.829	60	0.073	
	الرطوبة النسبية	1988-1958	69.23	7.469	60	0.000	10.405
		2019-1989	58.82	7.469	60	0.000	
بنغازي	درجة الحرارة الجافة	1988-1958	18.98	-1.935	60	0.058	0.394
		2019-1989	19.36	-1.935	60	0.058	
	الرطوبة النسبية	1988-1958	58.08	-6.893	60	0.000	6.988
		2019-1989	65.07	-6.893	60	0.000	

المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على نتائج التحليل الإحصائي باستخدام SPSS للبيانات الصادرة عن:

1-https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/?fbclid=IwAR2SJVtaMhB42b49ItLDrsiFBFklfsxBFQBQHtvlblHZ0qZzUZSZAHEu5dU

2-https://clim-engine.appspot.com/climateEngine

لقد أدى الارتفاع في درجة الحرارة في جميع محطات الدراسة إلى إنخفاض مستوى الرطوبة النسبية، فقد كان هناك إنخفاضاً واضحاً في متوسط الرطوبة النسبية خلال فصل الربيع ضمن مستوى دلالة إحصائية أقل من 0.05 في أغلب محطات الدراسة، بفروق في المتوسطات تراوحت بين 1.281% في درنة و10.405% في المرج . بينما لم تظهر في البيضاء فروقات في متوسطات الرطوبة النسبية بين فترتي الدراسة، حيث بلغ مستوى الدلالة 0.695، وهو يتجاوز مؤشر الدلالة 0.05.

1.2.4 - فصل الصيف:

أوضحت نتائج التحليل الإحصائي لاختبار t - الجدول (6) - أن هناك ارتفاعاً واضحاً في درجة الحرارة بين فترتي الدراسة في فصل الصيف لصالح الفترة الثانية (1989-2019) وعلى مستوى دلالة إحصائية أقل من 0.05 في جميع محطات الدراسة، وبقيمة دلالة إحصائية لاختبار t تقل عن 0.001، بفارق في متوسط الحرارة تراوح ما بين 0.139 مْ في المرج و0.910 مْ في درنة.

جدول (6) الفروق بين المتوسطات الفصلية لدرجة الحرارة الجافة والرطوبة النسبية في فصل الصيف

للفترة من (1958 – 2019).

المحطة المناخية	العنصر المناخي / فترتي الدراسة		المتوسط الفصلي لدرجة الحرارة الصغرى مْ والرطوبة النسبية %	قيمة T	درجات الحرية	مستوى الدلالة الإحصائية	فرق المتوسط
طبرق	درجة الحرارة الجافة	1988-1958	25.07	-6.046	60	0.000	0.688
		2019-1989	25.85	-6.046	60	0.000	
	الرطوبة النسبية	1988-1958	75.23	5.633	60	0.000	3.940
		2019-1989	71.32	5.633	60	0.000	
درنة	درجة الحرارة الجافة	1988-1958	25.12	-5.921	60	0.000	0.774
		2019-1989	25.90	-5.921	60	0.000	
	الرطوبة النسبية	1988-1958	75.29	8.593	60	0.000	6.147
		2019-1989	69.14	8.593	60	0.000	
البيضاء	درجة الحرارة الجافة	1988-1958	22.81	-5.935	60	0.000	0.762
		2019-1989	23.58	-5.701	60	0.000	
	الرطوبة النسبية	1988-1958	63.33	0.846	60	0.401	1.677
		2019-1989	62.66	0.846	60	0.401	
المرج	درجة الحرارة الجافة	1988-1958	23.25	-5.297	60	0.000	0.139
		2019-1989	23.99	-5.297	60	0.000	
	الرطوبة النسبية	1988-1958	70.55	7.796	60	0.000	15.447
		2019-1989	55.10	7.796	60	0.000	
بنغازي	درجة الحرارة الجافة	1988-1958	25.24	-5.167	60	0.000	0.731
		2019-1989	25.97	-5.168	60	0.000	
	الرطوبة النسبية	1988-1958	60.04	-6.914	60	0.000	5.609
		2019-1989	65.65	-6.914	60	0.000	

المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على نتائج التحليل الإحصائي باستخدام SPSS للبيانات الصادرة عن:

1-https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/?fbclid=IwAR2SJVtaMhB42b49ItLDrsiFBFklfsxBFQBQHtvlblHZ0qZzUZSZAHEu5dU

2-https://clim-engine.appspot.com/climateEngine

أما بالنسبة لمتوسط الرطوبة النسبية خلال فصل الصيف فقد أظهر اتجاهاً واضحاً للتناقص خلال الفترة الثانية من الدراسة مقارنة بالأولى وعلى مستوى دلالة إحصائية بلغت قيمتها 0.001 في جميع محطات الدراسة، وبفارق بين المتوسطين للفترتين بلغ أقصاه 15.447% في المرج. وأدناه في محطة البيضاء إذ لم يتجاوز الفارق في المتوسط 1.677%.

المبحث الثاني:

2- التغير في مستويات الراحة المناخية في منطقة الدراسة:

يقصد بالراحة المناخية (Climatic Comfort) تقليل فترات الشعور بالضيق والملل والانزعاج وعدم الرضا عن البيئة المحيطة به، الناجمة عن حالة الشعور بالحر أو البرد، إذ يتأثر شعور الإنسان بالراحة من عدمها في الحيز المكاني الذي يعيش فيه بعدد من العناصر المناخية أهمها درجة الحرارة والرطوبة النسبية، ويتباين ذلك الشعور من شخص إلى شخص آخر تبعا لتباين متغيرات عدة أبرزها: العمر والجنس والحالة الصحية، ونوع الملبس والغذاء والمهنة وموقع المكان الذي يقطن فيه ومدى تأقلمه مع الظروف المناخية المحيطة. (إبراهيم، 2004، 173).

تطلق الراحة المناخية على القرائن المناخية الحيوية التي تعمل على قياس درجة راحة الإنسان من خلال دراسة العلاقة بين المناخ وإحساس الإنسان بالراحة أو الضيق والانزعاج. حيث استخدمت بعض الدراسات قرائن حيوية تعتمد على عنصرا واحداً (القرائن الحيوية المفردة) والبعض الآخر اعتمد على أكثر من عنصر مناخي (القرائن المناخية المركبة) لتحديد مستويات الراحة المناخية وفق الأقاليم الجغرافية. وتعتمد هذه النماذج الموازنة الحرارية لجسم الإنسان كأساس للانطلاق في عملية القياس، والمعروف أن الإنسان يعيش في وسط يتبادل معه الحرارة بطرق عدة ((الإشعاع، الحمل، التوصيل، التبخر)) فالإنسان يشعر بالراحة عندما يكون في حالة الاتزان الحراري بين الجسم والبيئة المحيطة، ويقوم بالتبادل الحراري مع هذا الوسط بحيث يحافظ الجسم على ثبات درجة حرارته دون اللجوء إلى زيادة حرارته عن طريق الارتجاف أو زيادة التبريد بالتبخر مثلاً، أي لا تملى عليه الظروف المناخية وظائف فسيولوجية إضافية تكون على حساب صحته وطاقته الجسمية وهذه ما تسمى بالراحة الطبيعية أو "درجة الحياد (نشوان، 2002، ص45).

فقد يشعر الإنسان بالضيق نتيجة الظروف المناخية مما يقلل من قدرته الذهنية والعضلية ويظهر ذلك بالسلوكيات غير المرغوب فيها التي تظهر لدى الإنسان، كالصداع والتوتر النفسي أو نزعات العنف الشديد وزيادة الجرائم والاعتداءات. فيما لوحظ أن الأجواء المريحة ترفع من قدرات الإنسان وفعاليته وإبداعه.

2.1- نتائج القرائن الفصلية:

2.1.1- درجة الحرارة الفعالة / The Effective Temperature

تمثل درجة حرارة الهواء أهم العناصر المناخية تأثيرا على راحة الإنسان النفسية والفسيولوجية، ويعزى ذلك إلى أنها أول العناصر المناخية التي يحس بها الإنسان، وتعد صلب الدراسات المناخية، لذلك أتخذ العديد من العلماء درجة الحرارة الفعالة كقرينة لقياس مدى شعور الإنسان بالارتياح أو الانزعاج الحراري في الظروف الجوية السائدة.

وتعد درجة الحرارة الفعالة إحدى القرائن المستعملة للدلالة على مدى ارتياح الناس في ظروف جوية معينة، وتعرف درجة الحرارة الفعالة على أنها: درجة الحرارة التي يشعر أو يحس بها الإنسان والناتجة عن تداخل تأثيرات مختلف العناصر الجوية (درجة الحرارة، الرطوبة النسبية، الرياح). وبالطبع فإن درجة الحرارة الفعالة تختلف عن درجة الحرارة التي تقاس في الظل وعلى ارتفاع مترين عن سطح الأرض.

إن ارتفاع الرطوبة الجوية يزيد من درجة الحرارة الفعالة في فصل الصيف، فيشعر الإنسان بالضيق كما هو الحال في كثير من المناطق الساحلية (غانم، 2010، ص67). فلا يشعر الإنسان بدرجة الحرارة كما يسجلها الترمومتر الجاف، وإنما يشعر بدرجة الحرارة مقترنة بالرطوبة النسبية، إذ تنخفض قدرته على احتمال درجة حرارة الجو حينما يقترن ارتفاعها بارتفاع رطوبته النسبية، والعكس في حالة الهواء الجاف. ويرى البعض أن الإنسان يشعر بالراحة عند درجة حرارة 30 م° ورطوبة نسبية 50%، بينما ينزعج حين ارتفاع الأخيرة إلى 75% مع ثبات درجة الحرارة، ويرتبط ذلك باختلاف درجة التأقلم المناخي للإنسان مع الإجهاد الحراري وفقا للرطوبة النسبية (حمادة، 2005، ص226).

وفي عام 1973 وضع جافني Gaffney سلما تصنيفا لمستوى الراحة التي يشعر بها الإنسان والموافقة لدرجة الحرارة الفعالة، حيث يبين أن الراحة المثالية Perfect Comfort للسكان تكون عندما تتراوح درجة الحرارة الفعَّالة ما بين 17-24.9 (تكون في قمة المثالية عندما تسجل 21) وقبل وبعد هذا المدى يبدأ شعور الإنسان بعدم الراحة، والذي يكون مزعجاً جداً إذا تجاوزت درجة الحرارة الفعَّالة 28، ويشعر بالإرهاق الشديد عندما ترتفع إلى 31 - الجدول (7) - وكذلك الحال عندما تقل قيمة درجة الحرارة الفعالة عن 15. (الشلش، 1980، ص16).

الجدول (7) القيم التصنيفية لمستوى راحة الإنسان وفق درجة الحرارة الفعالة.

درجة الحرارة الفعالة ET	الرمز	مستوى الراحة
اقل من 15 °م	C	عدم الراحة بسبب البرودة الشديدة
15- 16.9 °م	C-	انتقالي (مريح نسبيا) مائل للبرود
17- 24.9 °م	P	مريح (مثالي)
25-26.9 °م	H-	انتقالي (مريح نسبياً) مائل للحرارة
27 – 28	H	مزعج أو غير مريح (حار)
أكثر من 28 °م	H+	مزعج جدا نتيجة الحرارة والرطوبة الزائدة.

المصدر: ابراهيم إسحيم العكرمي، إبتسام المهدي الغليظ، مستويات راحة السكان وكفائة العمل في مدينة صرمان، مجلة كلية التربية، جامعة الزاوية، ليبيا، العدد12، نوفمبر 2018، ص217.

ويمكن حساب قرينة الحرارة الفعالة من خلال المعادلة الآتية ((العكرمي، 2018، ص217)):

$$ET = T - (1 - 0.01 \times H)(T - 14.5)$$

درجة الحرارة الفعالة = ET الرطوبة النسبية = H

ثوابت (1 -0.01 - 14.5) درجة الحرارة = T

2.1.2- التوزيع الفصلي لقرينة الحرارة الفعالة في منطقة الدراسة:

عند مقارنة مستويات الراحة بين فترتي الدراسة في المنطقة وفقا لقرينة درجة الحرارة الفعالة (ET) من الجدولين (8 و9) نجد أن مستويات الراحة تراوحت بين الراحة وعدم الراحة والمريح نسبياً، إذ يتضح أن فصلي الصيف والخريف فصلان يشعر خلالهما الإنسان بالراحة في منطقة الدراسة، بينما يشعر خلال فصل الربيع بالراحة النسبية نتيجة ميل الطقس خلاله إلى البرودة، بعكس الحال في فصل الشتاء الذي أظهرت قرينة الحرارة الفعالة بأنه غير مريح نتيجة انخفاض درجات الحرارة خلاله. في حين مثل فصل الصيف فترة الراحة الفسيولوجية المثالية في منطقة الدراسة نتيجة لأنه فصل يتميز بصفة عامة في المنطقة بانخفاض في معدل الرطوبة النسبية. وبمقارنة قيم ET الفصلية بين فترتي الدراسة نجد أن الفترة الأولى سجلت مستويات في الراحة أقرب إلى المثالية (الراحة التامة) من الفترة الثانية، حيث بلغت قيمة ET (21) و (21.5) على

التوالي، ويرجع السبب في ذلك إلى الارتفاع النسبي لدرجة الحرارة خلال الفترة الثانية من الدراسة (1989-2019)، مما يقربنا من القيمة الانتقالية المائلة للحرارة التي تزيد عن 25 في متوسط درجة الحرارة للفترة الثانية. واحتل المرتبة الثانية في الراحة فصل الخريف الذي تبدأ فيه الرطوبة النسبية بالارتفاع تدريجيا لتصل قمتها في فصل الشتاء، إذ سجلت قيمة ET في الفترة الثانية شعوراً بالراحة بصورة أفضل من الفترة الأولى بقيمة 19.1 و18.9 على التوالي، ويرجع ذلك لانخفاض درجة الحرارة في الأولى عنها في الثانية، والاتجاه نحو انخفاض معدلات الرطوبة النسبية.

الجدول (8) يوضح درجة الحرارة الفعالة مع مستوى الراحة في المنطقة للفترة (1958-1988).

المحطات	الفصول / الأشهر / العنصر المناخي	فصل الخريف				فصل الشتاء				فصل الربيع				فصل الصيف			
		سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	المعدل الفصلي	ديسمبر	يناير	فبراير	المعدل الفصلي	مارس	أبريل	مايو	المعدل الفصلي	يونيو	يوليو	أغسطس	المعدل الفصلي
طبرق	درجة الحرارة الفعالة ET	21.3	19.7	17.1	19.3	14.5	13.3	13. 8	13.9	15.3	17.1	19.2	17.2	20.9	22.3	22. 6	21.9
	مستوى الراحة	P	P	P	P	C	C	C	C		P	P	P	P	P	P	P
درنة	درجة الحرارة الفعالة ET	22.0	20.2	18.1	20.1	15.6	14.2	14.4	14.8	15.5	16.8	18.8	17.1	21.2	22.9	23.4	22.5
	مستوى الراحة	P	P	P	P	C-	C	C	C	C-	C-	P	P	P	P	P	P
البيضاء	درجة الحرارة الفعالة ET	19.3	17.6	15.2	17.4	12.4	10.8	11.3	11.5	12.9	14.9	16.9	14.9	18.8	20.1	20.5	19.8
	مستوى الراحة	P	P	C-	P	C	C	C	C	C	C		C	P	P	P	P
المرج	درجة الحرارة الفعالة ET	19.8	18.4	16.0	18.0	13.0	11.3	11.9	12.1	13.3	15.4	16.6	15.1	18.6	20.0	20.6	19.8
	مستوى الراحة	P	P	C-	P	C	C	C	C	C	C-	C-	C-	P	P	P	P
بنغازي	درجة الحرارة الفعالة ET	21.1	19.8	17.3	19.4	14.9	13.7	14.2	14.3	15.4	17.0	18.4	16.9	19.8	21.1	19.8	17.3
	مستوى الراحة	P	P	P	P	C	C	C	C	C-	P	P	C-	P	P	P	P
المنطقة	درجة الحرارة الفعالة ET	18.8	17.6	15.8	18.9	15.3	13.7	10.7	11.3	13.3	12.6	14.2	15.8	16.2	17.6	19.0	21.0
	مستوى الراحة	P	P	C-	P	C-	C	C	C	C	C	C	C-	C-	P	P	P

C	C-	P	H-	H	H+
غير مريح (بارد)	انتقالي (مريح نسبيا) مائل للبرود	مريح (مثالي)	انتقالي (مريح نسبياً) مائل للحرارة	مزعج (حار)	مزعج جداً

المصدر عمل البحاثين بالاستناد:

https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/?fbclid=IwAR2SJVtaMhB42b49ItLDrsiFBFklfsxBFQBQHtvlblHZ0qZzUZSZAHEu5dU

الجدول (9) يوضح درجة الحرارة الفعالة مع مستوى الراحة في منطقة الدراسة للفترة (1989-2019).

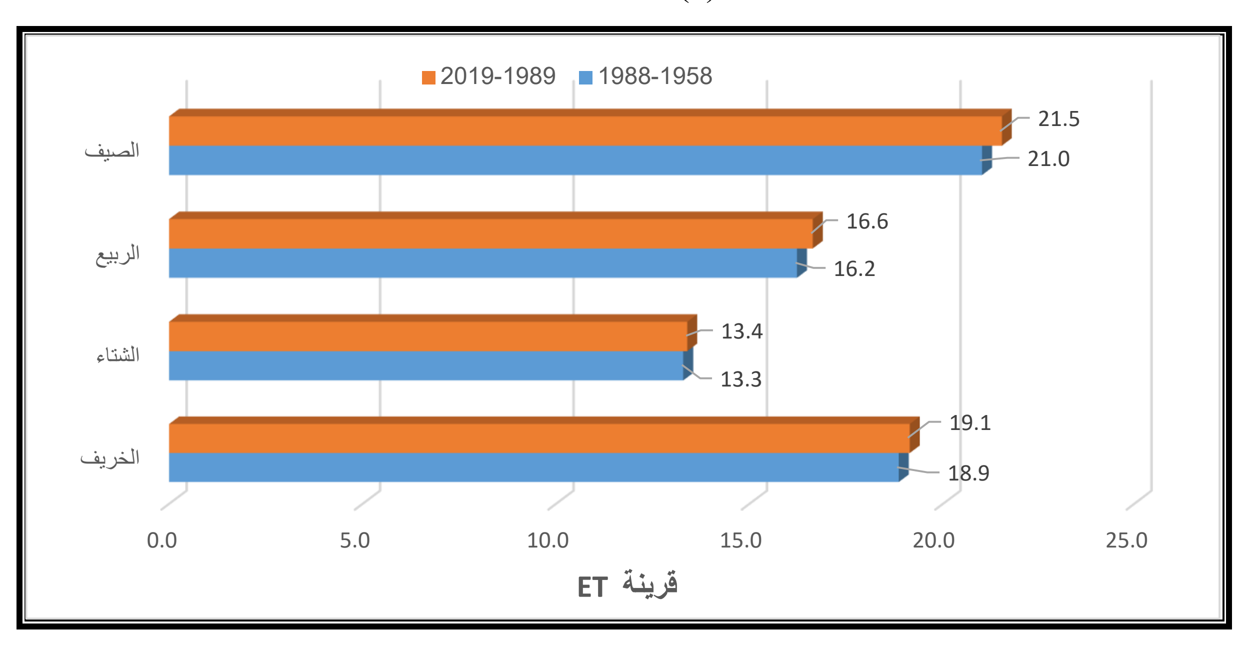
المحطات	الفصول / الأشهر / العنصر المناخي	فصل الخريف				فصل الشتاء				فصل الربيع				فصل الصيف			
		سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	المعدل الفصلي	ديسمبر	يناير	فبراير	المعدل الفصلي	مارس	ابريل	مايو	المعدل الفصلي	يونيو	يوليو	أغسطس	المعدل الفصلي
طبرق	درجة الحرارة الفعالة ET	21.4	20.0	17.5	19.6	14.5	13.4	13.8	13.9	15.5	17.3	19.5	17.5	21.5	23.1	23.3	22.6
	مستوى الراحة	P	P	P	P	C	C	C	C	C-	P	P	P	P	P	P	P
درنة	درجة الحرارة الفعالة ET	22.0	20.4	18.2	20.2	15.6	14.2	14.4	14.7	15.7	17.0	18.9	17.2	21.1	22.7	23.3	22.4
	مستوى الراحة	P	P	P	P	C-	C	C	C	C-	P		P	P	P	P	P
البيضاء	درجة الحرارة الفعالة ET	19.2	17.6	15.3	17.4	12.4	10.9	11.3	11.5	13.0	15.0	17.1	15.1	19.2	20.2	20.5	20.0
	مستوى الراحة	P	P	C-	P	C	C	C	C	C	C-	P	C-	P	P	P	P
المرج	درجة الحرارة الفعالة ET	20.2	18.8	16.4	18.5	13.0	11.7	12.1	12.3	13.7	15.9	17.2	15.6	19.5	20.7	21.2	20.5
	مستوى الراحة	P	P	C-	P	C	C	C	C	C	C-	P	C-	P	P	P	P
بنغازي	درجة الحرارة الفعالة ET	21.8	20.5	17.8	20.0	15.2	14.0	14.3	14.5	16.0	17.8	19.6	17.8	21.0	22.5	23.0	22.2
	مستوى الراحة	P	P	P	P	C-	C	C	C	C-	P	P	P	P	P	P	P
المنطقة	درجة الحرارة الفعالة ET	18.9	17.9	16.0	19.1	13.8	10.9	11.3	13.4	12.8	14.5	16.2	16.6	18.0	19.4	19.9	21.5
	مستوى الراحة	P	P	C-	P	C	C	C	C	C	C	C-	C-	P	P	P	P

C	C-	P	H-	H	H+
غير مريح (بارد)	انتقالي (مريح نسبياً) مائل للبرودة	مريح (مثالي)	انتقالي (مريح نسبياً) مائل للحرارة	مزعج (حار)	مزعج جداً

المصدر عمل البحاثين بالاستناد: https://power.larc.nasa.gov/data-access viewer/?fbclid=IwAR2SJVtaMhB42b49ItLDrsiFBFklfsxBFQBQHtvlblHZ0qZzUZSZAHEu5dU

واتصف فصل الربيع خلال فترتي الدراسة بأنه فصل مريح نسبياً وانتقالي بين الراحة إلى عدم الراحة المائل إلى البرودة، وعند مقارنته خلال فترتي الدراسة نجد أن قيمة ET في الفترة الثانية ضمن مستوى الإحساس بالراحة النسبية أفضل من الفترة الأولى إذا سجلت على التوالي (16.6، 15.8)، إذ يرجع السبب في ذلك لوجود فروق واضحة في متوسطات درجة الحرارة لصالح الفترة الثانية في جميع محطات الدراسة. إضافة إلى الانخفاض الواضح في متوسط الرطوبة النسبية خلال فصل الربيع ضمن مستوى دلالة إحصائية تقل عن 0.05 - الجدول (5). في حين سجلت قرينة فصل الشتاء إحساساً بعدم راحة خلال فترتي

الدراسة، فمن الجدولين المذكورين نجد أن مستوى الاحساس في الفترة الأولى بلغ 11.3 بينما بلغ في الفترة الثانية 13.4، ويرجع السبب في ذلك إلى الارتفاع في درجة الحرارة والانخفاض في مستوى الرطوبة النسبية في الفترة الثانية حتى وإن كانت دون دلالة إحصائية - شكل (2).



الشكل (2) يوضح قيمة درجة الحرارة الفعالة في منطقة الدراسة خلال فترتي الدراسة.

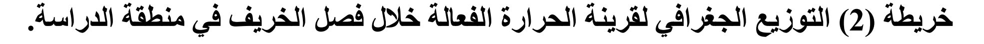
المصدر عمل الباحثان بالاستناد على الجدول (8 و9).

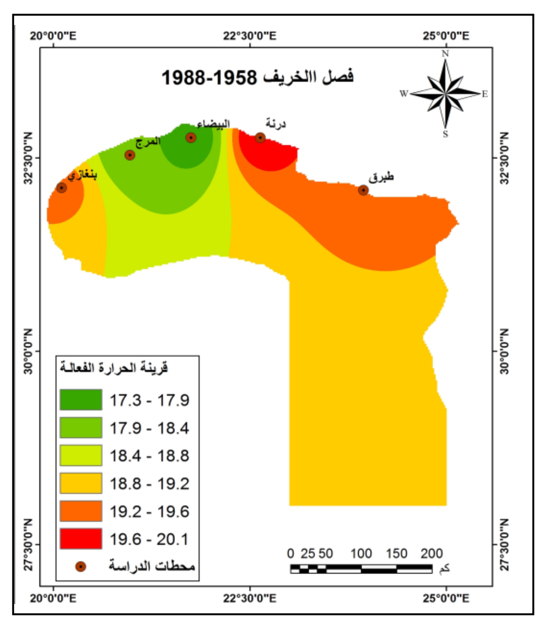
2.2- التحليل المكاني لقرينة الحرارة الفعالة:

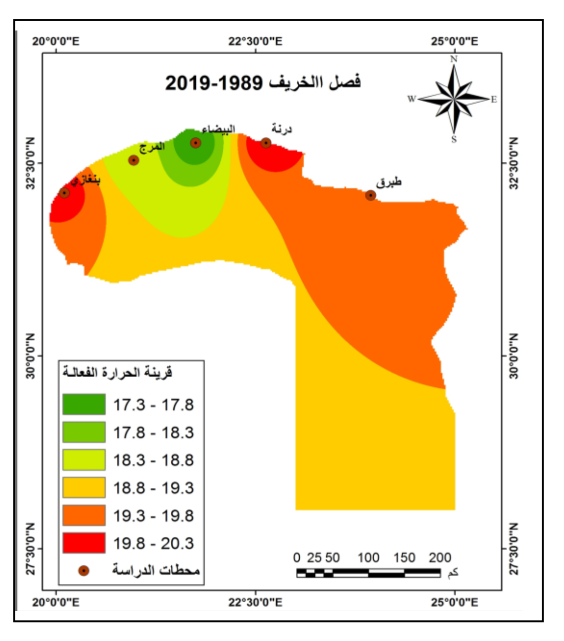
يترتب على أي تغير في العناصر المناخية مكانيا وزمانياً تغيراً في الامتداد المكاني لمستويات الراحة الفسيولوجية للإنسان، ففي فصل الخريف تراوحت مستويات الراحة بحسب قرينة الحرارة الفعالة ET ما بين 17.3 و20.1 خلال الفترة 1958-1988، بينما تراوحت ما بين 17.3 و20.3 خلال الفترة 1989-2019، بحيث ظهرت درنة من أفضل المناطق في مستويات الراحة الفسيولوجية مسجلة 20.1 خلال الفترة الأولى، تلتها كل من بنغازي وطبرق بنحو 19.4 و19.3 على التوالي، بينما كانت أقلها في البيضاء التي سجلت مستوى ضمن المناخ المريح بلغ 17.4؛ وحافظت على نفس المستوى خلال الفترة الثانية (1989-2019). بينما كان التغير في محطتي درنة وبنغازي 20.2 و20.0، أما طبرق والمرج فقد سجلت قيماً تراوحت ما بين 18.5 و19.6.

توضح الخريطة (2) التغير المكاني في مستويات الراحة المناخية ET في منطقة الدراسة خلال فصل الخريف، حيث يلاحظ أن مستويات الراحة المثالية كانت أكثر اتساعاً خلال الفترة الثانية في كل من طبرق

ودرنة وبنغازي، يقابلها تناقص في مساحة قيم الراحة التي تقل عن 18.3 في كل من البيضاء والمرج. مقارنة بمستوياتها في الفترة الأولى. مما يشير إلى الاتساع النسبي في مستويات الراحة الفسيولوجية التي تراوحت ما بين 19.3و20.3 مقارنة بالمساحات التي تمثلها مستويات الراحة التي تراوحت ما بين 18.3-19.3 و17.3- 18.3 خلال فصل الخريف بين الفترتين. وعند مقارنة التباين المكاني لمستويات الراحة في فصل الشتاء تظهر جميع المحطات أن قرينة الحرارة الفعالة سجلت معدلات غير مريحة في الفترة (1958-1988) لاسيما مدينة البيضاء 11.5 والمرج 12.1، ويرجع ذلك إلى الانخفاض الشديد في درجة الحرارة خلال فصل الشتاء، نتيجة ارتفاع منسوبهما عن مستوى سطح البحر الذي يبلغ 617م و335م على التوالي، علاوة على بعدهما النسبي عن المؤثرات البحرية بمسافة 20كم للبيضاء و15كم للمرج - جدول (1). كما سجلت محطتي طبرق وبنغازي معدلات غير مريحة تقترب من 14 حسب القيم التصنيفية التي حددها جافني. بينما سجلت درنة مستوى يقترب من المناخ الانتقالي المريح الذي بلغ 14.8. ويلاحظ أن القرائن المسجلة خلال الفترة الثانية 1989-2019 مماثلة لتلك المسجلة في الفترة الأولى لاسيما محطتي البيضاء وطبرق؛ بعكس الحال بالنسبة للمرج وبنغازي التي شهدت تحسناً في مستوى الراحة بلغ 0.1 في المرج و0.2 في بنغازي - الخريطة (3) - التي تبين قرينة الحرارة الفعالة في منطقة الدراسة خلال فصل الشتاء.

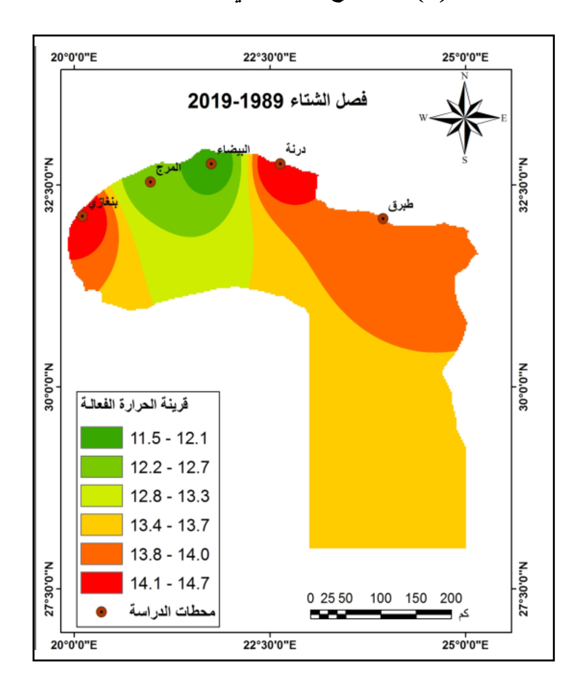

خريطة (2) التوزيع الجغرافي لقرينة الحرارة الفعالة خلال فصل الخريف في منطقة الدراسة.

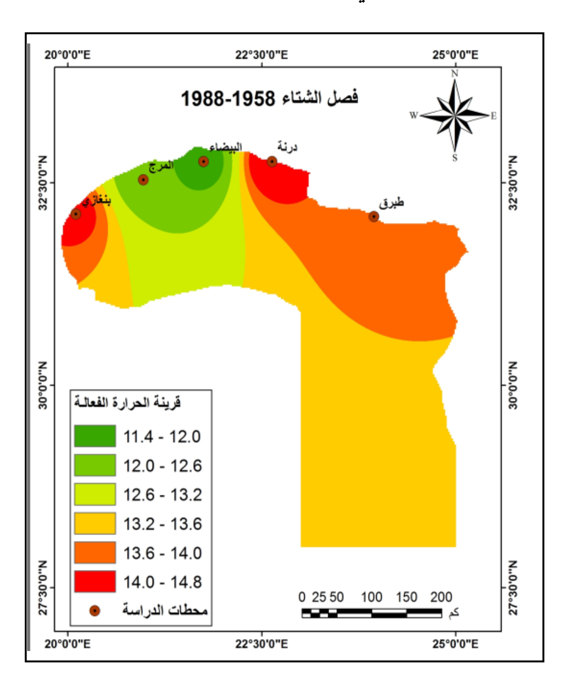




المصدر: من إعداد الباحثين باستخدام ArcMap10.8 اعتمادا على بيانات الجدولين (8 و9).

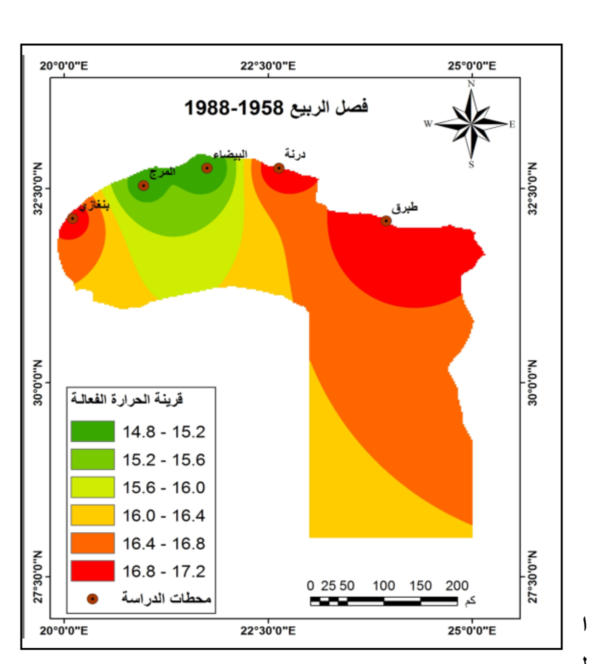
خريطة (3) التوزيع الجغرافي لقرينة الحرارة الفعالة خلال فصل الشتاء في منطقة الدراسة.

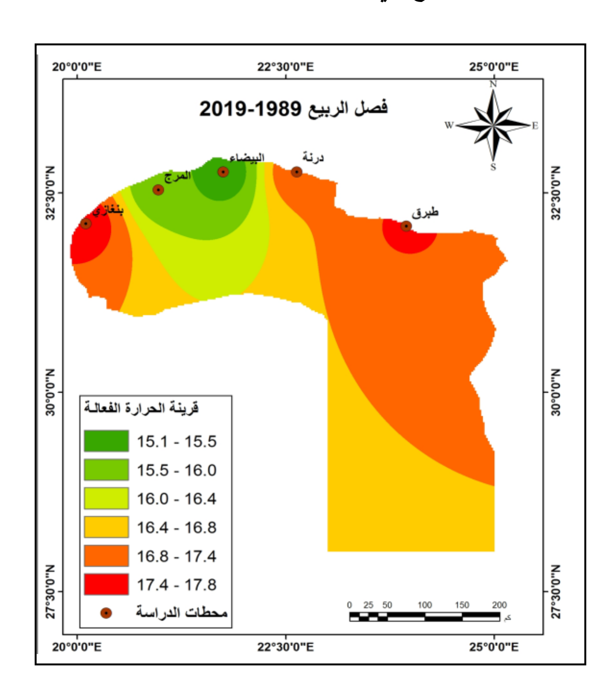




المصدر: من إعداد الباحثين باستخدام ArcMap10.8 اعتمادا على بيانات الجدولين (8 و9).

خريطة (4) التوزيع الجغرافي لقرينة الحرارة الفعالة خلال فصل الربيع في منطقة الدراسة.

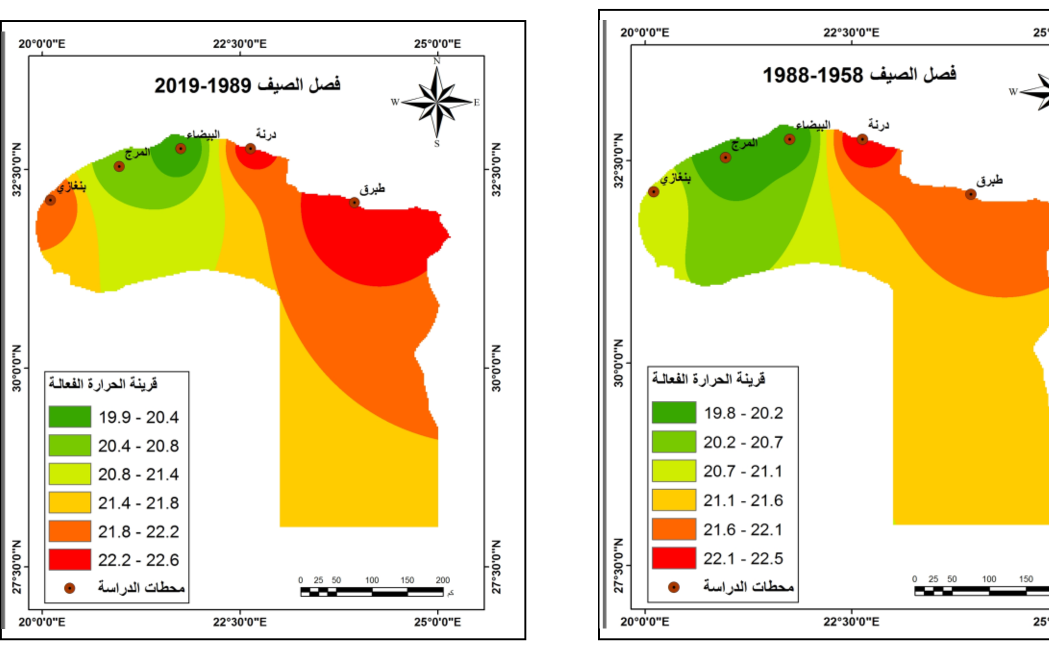




ا
د

مصدر: من إعداد الباحثين باستخدام ArcMap10.8 اعتمادا على بيانات الجدولين (8 و9).

خريطة (4) التوزيع الجغرافي لقرينة الحرارة الفعالة خلال فصل الصيف في منطقة الدراسة.



المصدر: من إعداد الباحثين باستخدام ArcMap10.8 اعتمادا على بيانات الجدولين (8 و9).

أما في فصل الربيع فنجد أن درجة الحرارة المحسوسة تميل إلى عدم الراحة والشعور بالبرودة في البيضاء في الفترة الأولى (1958-1988) حيث سجلت قرينة الحرارة الفعالة فيها 14.9، وسجلت مستويات مريحة في طبرق 17.2 ودرنة 17.2. أما في بنغازي والمرج فقد بلغت قيمة قرينة الراحة 15.8 و15.1 على التوالي والتي تصنف ضمن المستوى المريح نسبياً المائل للبرودة. بينما تشير بيانات الجدول (9) والخريطة (4) إلى التحسن النسبي في مستويات الراحة خلال الفترة الثانية 1989-2019 مقارنة بالفترة الأولى لاسيما في بنغازي التي سجلت أعلى مستويات الراحة في منطقة الدراسة خلالها، والتي بلغت 17.8 تلتها طبرق 17.5 ودرنة 17.2. في حين كانت قيم قرينة الراحة في البيضاء والمرج تشير إلى الراحة النسبية المائلة إلى البرودة، حيث سجلت 15.1 و15.6 على التوالي.

وفي فصل الصيف سجلت كل المحطات خلال فترتي الدراسة قيماً مريحة وكانت أعلاها في الفترة الأولى في طبرق 21.9 ودرنة 22.5 وأقلها في بنغازي 17.3، بينما بلغت 19.8 في كل من البيضاء والمرج. وتشير بيانات الجدولين (8) و (9) إلى أن مستويات الراحة في منطقة الدراسة لفصل الصيف كانت أكثر مثالية خلال الفترة الثانية في كل من المرج 20.5 والبيضاء 20.0، والتي سجلت قيماً تقترب من

قمة المثالية، وسجلت في بنغازي 22.2 ودرنة 22.4 وطبرق 22.6، مما يعكس انحسار مستويات الراحة التي تقل عن 19.8 مقابل الاتساع المكاني للقيم التي تزيد عن 21 - الخريطة (5).

النتائج:

1 - سجلت درجة الحرارة الجافة زيادة بلغت نصف درجة مئوية تقريبا في الفترة الثانية عن الأولى إذ تراوحت الزيادة في درجة الحرارة الجافة ما بين (0.424) في درنة و(0.494) في طبرق لصالح الفترة الثانية من (1989 - 2019) على مستوى دلالة اقل من 0.05

2 – أظهرت الرطوبة النسبية اتجاها للتناقص في جميع محطات الدراسة على مستوى دلالة أقل من 0.05، حيث تراوح هذا الانخفاض بين 1.39 في البيضاء، وبلغ أعلى انخفاض في معدل الرطوبة النسبية في المرج نحو 9.22%.

3 – من خلال مقارنة التغيرات الفصلية في درجة الحرارة والرطوبة النسبية في المنطقة، اتضح أن هناك ارتفاعاً في درجة الحرارة لصالح الفترة الثانية يصاحبها انخفاض في مستوى الرطوبة النسبية في جميع فصول السنة وعلى مستوى دلالة إحصائية أقل من 0.05، باستثناء فصل الشتاء اذ لم تشهد درجة الحرارة فيه تغيرا واضحا في متوسطاتها خلال فترتي الدراسة في جميع محطاتها، كما لم تشهد متوسطات الرطوبة النسبية تغيراً يذكر بين الفترتين في أغلب المحطات، إذ بلغت نتيجة اختبار T مستويات أقل من مستوى الدلالة 0.05. بإستثناء محطة بنغازي التي شهدة فرق في المتوسط للرطوبة النسبية لصالح الفترة الأولى عند مستوى دلالة إحصائية أقل من 0.05.

4 - إن قيمة ET في الفترة الثانية سجلت مستويات أعلى في الراحة من الفترة الأولى، ويرجع السبب في ذلك إلى الارتفاع في درجة الحرارة وما صاحبها في انخفاض في مستوى الرطوبة النسبية.

5 - إن فصلي الصيف والخريف يمثلان فصلان مريحان، بعكس فصلي الشتاء والربيع اللذان يتراوح فيهما الإحساس ما بين عدم راحة إلى انتقالي بين راحة وعدم راحة بارد.

6- مثلت درنة أفضل أجزاء منطقة الدراسة من حيث الراحة المناخية في فصلي الخريف والشتاء خلال فترتي الدراسة، بينما كانت المرج أفضلها خلال فصل الصيف. وفي فصل الربيع جاءت كل من بنغازي وطبرق في المرتبة الأول من حيث الراحة المناخية بحسب قرينة الحرارة الفعالة.

7– أظهرت خرائط التحليل المكاني انحسار مساحة القيم الأقل راحة خلال الفترة الثانية مقارنة بالفترة الأولى. في حين شهدت مستويات الراحة المثالية في فصول السنة الأربعة أكثر توسعاً مكانياً خلال الفترة الثانية من الدراسة في منطقة شمال شرق ليبيا.

التوصيات: يوصي البحث بالآتي:

1- زيادة الاهتمام بدراسة التغير المناخي وأثره في تغير مستويات الراحة المناخية داخل ليبيا.

2- وضع نتائج الدراسات العلمية حول الراحة المناخية في خدمة الخطط الاستراتيجية في قطاع التعليم والسياحة والصحة من حيث تحديد أوقات العمل والدراسة والامتحانات والمواسم السياحية في ليبيا.

3- العمل على تجهيز أماكن مكيفة للعمل في مكاتب الوظائف الإدارية والقاعات الدراسة في المدارس والجامعات والمعاهد العليا حتى تتلاءم مع التغير في مستويات الراحة المناخية وزيادة درجة الحرارة.

4- التوسع في الأراضي الخضراء وزراعة الأشجار في الحدائق والمدارس والجامعات للتقليل من زيادة درجة الحرارة وخاصة داخل المدن.

الهوامش:

1- مصلحة الإحصاء والتعداد، ليبيا، مؤشرات الديموغرافيا: تقدير السكان الليبيين حسب المناطق لسنة (2020).
2- شحاتة طلبة، أثر المناخ على راحة الإنسان بمنطقة المدينة المنورة، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد 44، الجزء الثاني، 2004.
3- نسرين عواد الجصاني وألاء شاكر كاظم العرادي، قياس الراحة المناخية وتحليلها إحصائيا في المنطقتين الوسطى والجنوبية من العراق، مجلة البحوث الجغرافية، العدد 28 المجلد 1 لسنة 2019.
4- محمد توفيق إبراهيم، المناخ وأثره على راحة الإنسان، رسالة ماجستير غير منشورة كلية الآداب، جامعة سوهاج، مصر، 2004.
5- علي حسن موسى، المناخ الحيوي، نينوى للدراسات والنشر والتوزيع، دمشق، سوريا، ط1، 2002، ص 84.
6- إميلي محمد حلمي حمادة، فاعلية معدلات الحرارة والرطوبة وآثارهما على راحة الإنسان في الدلتا المصرية، مجلة بحوث تطبيقية في المناخ التطبيقي مصر أنموذجا، إيتراك للنشر والطباعة، القاهرة، مصر، ط1.

7- نشوان شكري عبد الله، تحديد أيام الراحة (المناخية _ الفسيولوجية) في مدينة دهوك باستخدام تصنيف تيرجنج، مجلة التربية والعلوم، كلية التربية، جامعة الموصل، العراق، المجلد 11، العدد 4، 2004.

8- ابراهيم إسحيم العكرمي، إبتسام المهدي الغليظ، مستويات راحة السكان وكفائة العمل في مدينة صرمان، مجلة كلية التربية، جامعة الزاوية، ليبيا، العدد12، نوفمبر 2018، ص217.

9- علي احمد غانم، المناخ التطبيقي، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة، عمان: الأردن، ط1، 2010، ص67.

10- على حسن الشلش، المناخ وأشهر الحد الأقصى للراحة وكفاءة العمل في العراق، جامعة البصرة، مجلة كلية التربية، العدد 3، السنة الثانية، 1980م.

11- أمانة التخطيط، مصلحة المساحة، الأطلس الوطني، طرابلس،1978.

مواقع الانترنت:

1- https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/?fbclid=IwAR2SJVtaMhB42b49ItLDrsiFBFklfsxBFQBQHtvlblHZ0qZzUZSZAHEu5dU

2- https://clim-engine.appspot.com/climateEngine